

# 河川におけるエコロジカルネットワーク形成方策に関する研究

## Study on measures for formation of an ecological river network

生態系グループ 研 究 員 毛利 雄一  
専 務 理 事 丸岡 昇  
リバーフロント研究所 主席 研 究 員 中平 善伸  
生態系グループ 研 究 員 竹原 正泰

近年、生物多様性の急速な低下がいわれており、生物多様性の保全が重要課題として取り上げられている。この生物多様性を保全する方策の一つとして、「生物種を保全する活動を拡充し、生態系が保全される面積を拡大する」ことがある。これを達成するための手法として、生物の生息環境間における連結ルートの設定や保護区の適切な配置により、生態系全体としての広域化・ネットワーク（エコロジカルネットワーク）を形成することが挙げられる。

河川における生物生息環境の連続性については、これまで縦断方向の連続性が着目され、魚類をはじめとした生物の生息・生育環境の改善が進められ、一定の効果が上がっているところである。

一方、堤内外の水路・水田など流域には多様な生物の生息環境が存在しているものの、河川と周辺水域（農業水路、水田等）との接続状況は不明な点が多いのが現状である。

このような状況を踏まえ、本業務では、全国の河川における実態調査結果、河川水辺の国勢調査における生物の生息状況および地域の取り組み状況について、現状の把握および整理を行った。

さらに全国実態調査結果のうち、良好な生物生息環境の形成・保全が行われている河川について情報収集を行いエコネット形成に向けた方策を検討した結果を報告する

キーワード：エコロジカルネットワーク、魚類、地域連携

Recently, it has been pointed out that biodiversity is rapidly deteriorating, and conservation of biodiversity should be addressed as an important issue. One of the measures for conservation of biodiversity is to “enhance activities to conserve species of organisms and expand the area in which ecosystems are conserved”. In order to achieve this, a wide-area network for whole ecosystems (ecological network) should be formulated by determining connection routes between habitat environments of living organisms, and allocating adequate protected areas.

With regard to the continuity of habitat environments in rivers, improvement in the habitat/growing environments of living organisms, such as species of fish, has been promoted with a focus on longitudinal continuity. As a result, some positive results have been achieved.

In river basin areas, including waterways inside or outside dike and paddy fields, there are habitat environments for various living organisms, while clear connections between rivers and surrounding river basin areas (e.g. agricultural waterways and paddy fields) have not yet been identified.

In view of such circumstances, this study aims to grasp and summarize the current situation of inhabitation by living organisms and regional efforts, based on the results of field surveys of rivers in the country and the national census of river environments.

It also aims to report the results of measures to establish an eco-net based on information collected on rivers, in which the results of field surveys of rivers in the country reveal that measures for formation and conservation of favorable habitat environments for living organisms have been implemented.

*Key words : ecological network, fish species, regional alliance*

## 1. はじめに

河川における生物生息環境の連続性については、これまで縦断方向の連続性が着目され、魚類の遡上・降下環境を評価し、施設の改善を行うことを目的とした「魚の上りやすい川づくりの手引き」が平成17年3月に作成された。これにより、魚類をはじめとした生物の生息・生育環境の改善が進められ、一定の効果が上がっているところである。

一方、堤内外の水路・水田など流域には多様な生物の生息環境が存在しているものの、農業従事者の兼業化、高齢化が進むなかで営農形態も機械化、省力化され、湿田は乾田に、水路は除草などの必要がないコンクリート水路へと変わってきた。

また、取水堰等の設置により、生活に不可欠な水の確保が容易になった一方で、河川と周辺水域（農業水路、水田等）をつなぐ部分もコンクリート化され、樋門・樋管等の接続部での段差が生じるなど、急速に生物の生息・生育の場としての機能が低下してきている。

その結果、水田や農業水路等の水域の環境に支えられてきた生態系も大きな影響を受け、生物の生息種数やその個体数の減少を招いていると考えられるが、河川とそのような周辺環境との横断的な連続性については、不明な点が多いのが現状である。

このような状況を踏まえ、本研究では、全国の河川における実態調査結果、河川水辺の国勢調査における生物の生息状況および地域の生物生息環境保全に係る取り組み状況について、現状の把握を行い、良好な生物生息環境の形成・保全が行われている河川を抽出し、現地調査・関係者へのヒアリングによる取り組み内容の詳細について調査研究を実施した。

## 2. 全国実態調査

### 2-1 調査対象河川

全国実態調査は、各地方整備局等においてそれぞれ2河川を選定し、各河川を代表する地区を対象として実施された。

調査対象とした河川は表-1に示す19河川、46支川、35施設である。

なお、調査にあたり、魚類等の遡上環境および連続性の定量的な評価手法は確立されていない状況であった。

そこで、既往の知見等を踏まえ、2-2 調査項目に示す項目について、環境スコアの評価値と重み付けを設定し、統一的な基準による全国実態調査結果の評価を試みた。

表-1 全国実態調査対象河川

地整	水系名	河川名	対象支川数	対象樋門数
北海道	石狩川	石狩川	3	3
		幾春別川	2	2
東北	岩木川	岩木川	1	
	阿武隈川	阿武隈川	1	1
関東	利根川	霞ヶ浦	1	1
北陸	信濃川	千曲川	1	1
	荒川	荒川	3	3
中部	雲出川	雲出川	3	2
	矢作川	北斗川	1	1
近畿	大和川	佐保川	6	4
	由良川	由良川	4	
中国	吉井川	吉井川	3	2
	高梁川	小田川	7	5
四国	渡川	中筋川	1	1
	肘川	肘川	3	3
九州	遠賀川	彦山川	2	2
		遠賀川	1	1
		犬鳴川	1	1
	松浦川	松浦川	2	2
合計	16水系	19河川	46	35

### 2-2 調査項目

エコロジカルネットワークの評価に関しては様々な環境要因が考えられるが、既往の知見として水田との繋がりは魚類の種数および多様度に強く影響があること、水中カバー（水路・水際の植生）の有無は水生生物の分布に強く影響すること等が示されている。

本手法では、連続性の項目として水田とのつながり、遡上環境の項目として水路の植生と河床、水田の有無を抽出し、各項目についてスコアを付けるものである。

評価項目の抽出の考え方は既往文献<sup>1)2)</sup>より検証している。

#### (1) 遡上環境調査

堤外地及び堤内地の水路について、遡上環境「植生の有無」及び「河床状況」の調査を行い、記録する。なお、水路は植生や河床などの形態の変化に応じて複数区間に分けて設定することとする。複数区間設定した場合は各水路の流路長を記録する。なお、調査後の総合的評価に際しては、「植生の有無」と「河床状況」については、植生が岸部の流速の低下や水中カバーの創出により魚類の分布に影響が大きい<sup>3)</sup>ことを考慮し、それぞれ70%と30%の重み付けを行う。

#### ① 植生の有無

遡上する魚類の隠れ場、休息場の観点から、水際植物のカバー効果を考慮し、表-2に示す通り3つの基準を設定した。目視により水路脇の植生について該当する評価値を入力する。

表-2 植生の有無Ha (遡上する魚類の隠れ場、休息場の観点)

評価内容	評価値Ha	重み付けha
両岸に植生がある	5	70%
片岸、或いは疎らに植生がある	3	
植生がない(コンクリート等)	1	

②河床状況

一般的な状況から流速は底質が「泥」より「砂・礫」の方が速いと考え、遡上する小型魚類の遊泳力の観点から表-3に示すとおり3つの基準を設定した。コンクリートに関しては、その構造が直接流速を規定するものではないが、水路の底部や側部がコンクリート化されている場合、魚類の生息量が小さくなることから、遡上の際の選好性に関しても同様であると考え最低のスコア値1を与える。目視により、該当する評価値を入力する。

表-3 河床スコアHb (遡上する魚類の遊泳力の観点)

評価内容	評価値Hb	重み付けhb
泥・シルト	5	30%
砂・礫	3	
コンクリート	1	

③水田、湿地等魚類産卵環境の有無

河川と水路、水田等とのエコロジカルネットワークの連続性を判断するという観点から、表-4に示すとおり、堤外地もしくは堤内地に水田、湿地等が存在する場合は評価値5を、水田が存在しない場合は評価値0を入力する。

表-4 水田スコアHc (産卵環境の存在の有無)

評価内容	評価値Hc
水田 (産卵環境) あり	5
水田 (産卵環境) なし	0

(2) 連続性調査

本川から水路・水田へ遡上する魚類(コイ、フナ類、ナマズ等)の遡上難易の目安としての連続性を調査、記録する。調査は、堤外地(河川区域内;堤防裏の法尻までを含む)と堤内地の水路区域、水田-水路間の3区分に分けて実施する。それぞれの連続性を調査し、表-5に示す通り、分断がない場合は評価値5を、分断がある場合は評価値0を与えることとする。分断がなければ区分(堤外地βa、堤内地βb、水路-水田間βc)ごとに評価値5を加算することとし、最大スコアは15とした。なお、下流側に分断がある場合は、そ

れより上流側は加算しないこととする。

表-5 連続性スコアβ (分断の有無)

評価内容	評価値β
分断なし	5
分断あり	0

(3) 評価手法

遡上環境評価、連続性評価のための式を以下に示す。なお、評価値については、現地調査の結果を様式に入力することにより、自動算出される。

■遡上環境スコア

$$H = \left[ \text{堤外地} \{ (\sum (H_a \times L_i) \times h_a + \sum (H_b \times L_i) \times h_b) / L_a \} + \text{堤内地} \{ (\sum (H_a \times L_i) \times h_a + \sum (H_b \times L_i) \times h_b) / L_b \} \right] \times \text{水田情報 (有1、無0)}$$

+水田の有無Hc (有;Hc=5、無;Hc=0)

※Ha: 植生の評価値、ha: 植生の重み付け

Hb: 河床の評価値、hb: 河床の重み付け

La: 堤外地区間の延長(m)、Lb: 堤内地区間の延長(m)

Li: i番目の区間の延長(m)

■連続性スコアβ

$$\beta = \text{堤外地} (\beta a) + \text{堤内地} (\beta b)$$

+水路-水田間 (βc)

※連続性スコア: 分断がなければ区分(βa、βb、βc)ごとにスコア5を加算。

下流側に分断がある場合、それより上流側は加算しない。

2-3 全国調査結果

(1) 樋門、水路等の構造の現状

1) 遡上環境スコアの調査結果

遡上環境のスコアの度数分布をみると図-1に示すようにスコア0が最も多く、全体的にも低いランクの方が多くなっている。遡上ルートにも課題が多いことを示している。

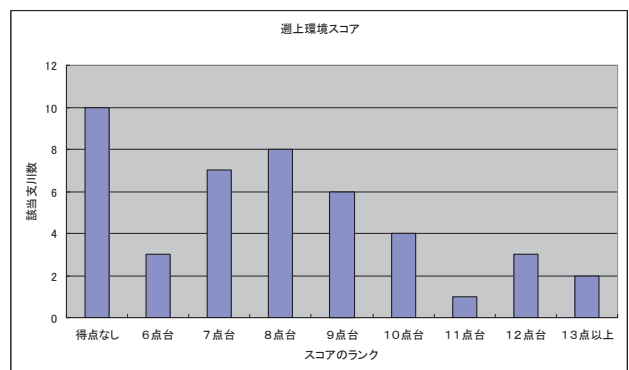


図-1 遡上環境スコアの度数分布

堤外地、堤内地別にみると、図-2に示すように、ほぼ同様の度数分布を示しており、双方に同様な課題があることを示している。

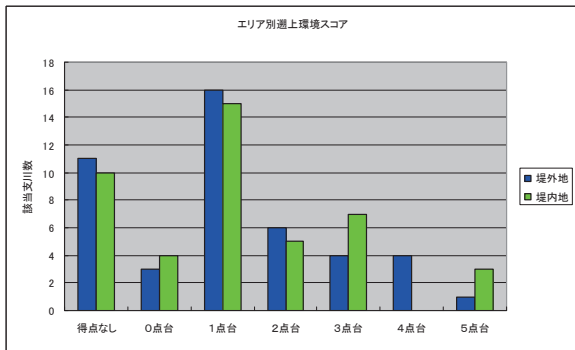


図-2 エリア別の遡上環境スコアの度数分布

2) 連続性スコアの調査結果

連続性スコアの度数分布をみると図-3に示すように、スコアの低い評価と、高い評価はほぼ同数分布している。しかし、連続性スコア15（連続性が確保されている）の河川より、連続性スコア0（遡上不能）の河川が倍以上あり、全体として半数以上が連続性に問題があることがわかる。

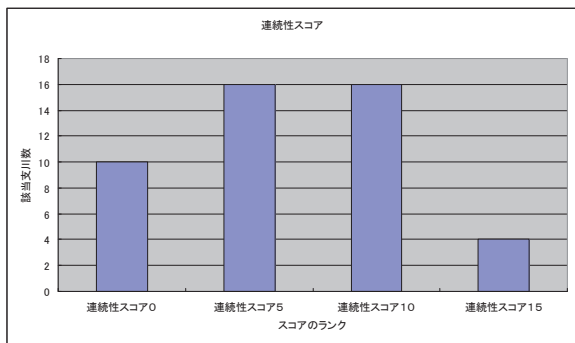


図-3 連続性スコアの度数分布

連続性のスコアを堤外地、堤内地、水田水路にわけてみると、連続性の阻害は、堤外地、堤内地、同数程度あることがわかった。水田と水路も本調査の範囲内に調査対象となる水路・水田が無かった場所を考慮すると、ほぼ同じ傾向と考えられる。

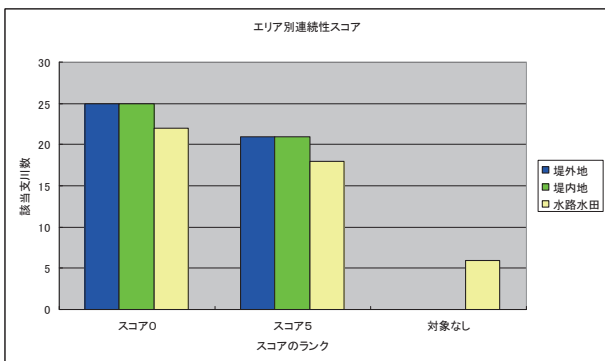


図-4 エリア別の連続性スコアの度数分布

2-4 現状の課題

全国調査から明らかになったエコロジカルネットワークに関わる課題として以下のものが挙げられる。

- ① 連続性の評価と水路の遡上環境はどちらかが満たされていない場合が多く、総合評価の高い河川は極めて少なかった。
- ② 連続性はほとんどが、構造物の落差により生じており、堤内外問わず、分断が生じている。とくに水田と水路間の落差は大半が大きく、遡上困難な状況になっている。これは河川本線から250mの範囲で調査を行ったことにより、最も排水路との落差が大きいエリアを対象としたことにもよる。一般的に圃場整備された水田では排水路は排水性をよくするため、流末地域ではとくに深く掘られているためと考えられる。したがって、ある程度上流にいけば、地盤高の上昇とともに水路規模も小さくなり、結果的に水田地盤との落差も小さくなっている場合がみられた。



図-5 水田と落差がある例

- ③ 水路の遡上環境はコンクリート水路により良好ではない場合が多い。樋門からの水路、用水路、排水路いずれも水を早く効率的に下流に流すことを目的として設計されており、生物の生息環境への配慮がなされていない事例が多い。



図-6 コンクリートの単調な水路

### 3. エコロジカルネットワーク形成を進めるためのポイント

#### 3-1 エコロジカルネットワーク推進体制づくり

エコロジカルネットワークを形成する場（河川、農業水路、水田等）には、それぞれ異なる施設の整備主体、管理主体が存在する。このため、河川、農業、環境等を所管する国、地方公共団体、NPO・地域住民、水田農家、学識者等の多様な主体による連携・協働が重要である。また、流域全体でエコロジカルネットワークを形成していくためには、堤内地における対策が必要不可欠である。なお、水田、農業水路等の環境は、水田農家の営農形態や農業水路の整備、圃場整備に大きく影響を受けることから、行政の農林水産部局、環境部局による整備等と連携・協働し、流域全体のエコロジカルネットワーク形成方策を検討していくことが望まれる。

#### 3-2 エコロジカルネットワーク対象地区選定の考え方

エコロジカルネットワーク整備にあたっての整備対象地区選定の考え方および留意点としては以下のものが挙げられる。

##### (1) 対象種の生息状況から選定

対象種の現況における生息状況調査の結果から、その種の産卵環境、移動経路を含めた生息可能地域を設定する。特定の種を対象として、本川から農業水路、水田等の産卵場所に至る範囲を中心に検討し、次の段階で流域全体に展開している事例も見受けられた。現況調査や過去の調査結果より当該種の潜在的な生息範囲を設定することが考えられる。

##### (2) ネットワーク効果の期待できる範囲から選定

ネットワーク効果が期待できる範囲として、河川の背後に水路、水田などの環境が広がっている範囲を選定する。水田地帯の広がりなどの規模が大きい地域が、大きな効果が期待できる。ただし、農業水路と水田の分断などが広範に存在し、その改善には多大な事業が伴う場合もあることに留意する。背後地（堤内地）の水路環境（植生、河床など）や農業水路と水田の分断状況から、一部の対策でネットワーク全体に効果が及ぶ可能性が高い場合を優先する。また、対象範囲は水系として連続性のある範囲を捉えるべきであり、単純に何mの範囲というような区切り方をすべきではない。

##### (3) 周辺施設の状況から選定

水道等取水施設、下水処理場及び工場等の排水口など、既に大きな施設が併設されているような場所は、樋門・樋管の改善と合わせた改修は、費用が膨大となるため、整備の優先順位は低くなる。周辺施設の状況について、現地踏査を行い、確認する必要がある。

#### 3-3 施設改善のポイント

以下には全国調査結果より得られた施設改善を実施した事例を紹介する。

##### (1) 樋門、樋管の改善

###### ① 落差の解消

水叩きの切り下げ、魚道の設置により落差による移動阻害を緩和又は解消する。水叩きと本川に落差が生じている場合には水叩きの一部を段階的に切り下げ落差を解消する。

切り下げた部分に粗石の配置、魚道の設置を行い、さらに樋門内の水深確保のため、ゴム板によるせき上げを行っている例も見受けられた。



図-7 落差解消の例

###### ② 水位（水深）の確保

樋管内はコンクリートの平坦面である場合が多く、水量が少ない時期には水深が確保できず、移動阻害が生じる。複数門がある場合には上流側に壁を設けて、水流を1門に集中させることで、非灌漑期で流量が少ない場合でも水深が確保可能となる。



図-8 多孔質コンクリート壁による水の誘導と水深確保の例

生息・産卵場所を創出することも有効である。



図-10 魚巣ブロック

### ③ 隠れ場所の設置

樋門内外に魚巣ブロックを入れて、隠れ家を確保する。また、樋管内の一部を掘り下げ、隠れ場所とする。ただし、後者は土砂の堆積で時間経過とともに埋没する可能性が高い。

しかし、部分的にでも土砂が溜まれば、水草が生える可能性がある。

遡上する魚類への配慮として、樋管内の一部を30cmほど掘り下げ、隠れ場所を設けたほか、下流出口においても同様に50cm掘り下げる、周辺への魚巣ブロックの設置も有効である。

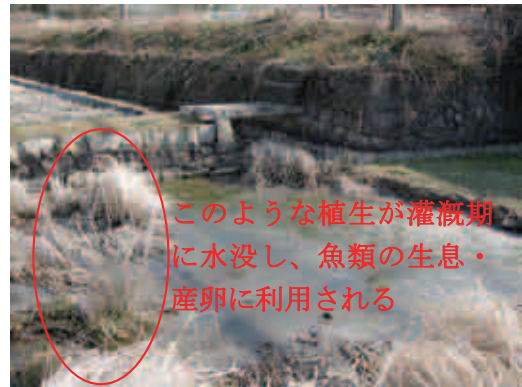


図-11 水路の一部拡幅による産卵場造成

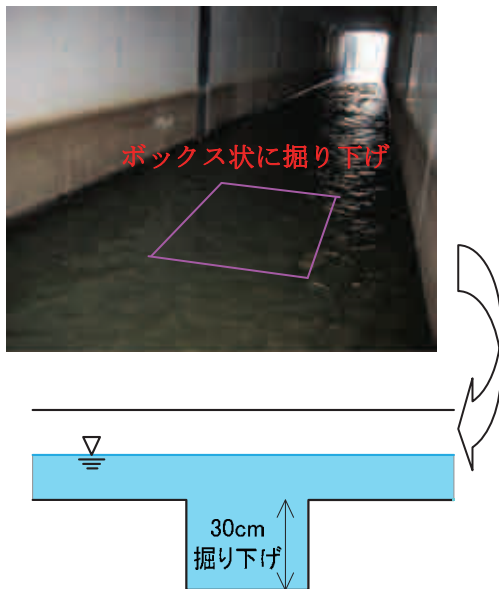


図-9 隠れ場所設置の例

### ② 外来種の侵入防除

もともと水田や農業水路のような一時的水域は水深が浅く、オオクチバス等の捕食魚の侵入がしにくい水域であり、稚魚の成育に適した環境である。しかし、河川と農業水路・水田に連続性を確保した場合には、このような外来魚が拡大する可能性を秘めており、既往調査において捕食性の外来魚の存在が確認されている場合は、別途対策を講じることが望ましい。特に、水深を全面的に深くすることを避け、浅場を残すようにする。

造成した産卵場、ワンドへの入り口に大型の外来種の侵入を防止する網を設置する、魚巣ブロックの穴を大型魚の侵入ができないサイズとするなどの配慮を行っている事例がある。

## (2) 水路の改善

### ① 隠れ場所や定位できる緩流場所の創出、多様な環境の水路

魚類の隠れ場所として水路に魚巣ブロックや石積みにより間隙を確保する。また、水路自体に遊水池的な空間を確保し、植生を繁茂させておくことで、魚類の

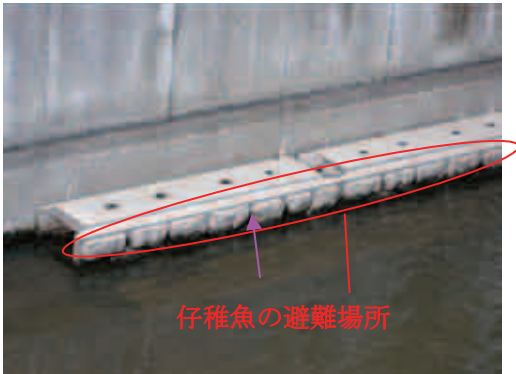


図-12 魚巣ブロックの穴のサイズの調整



図-13 造成ワンド入り口に設けたブラックバス進入防止網

### ③ 魚道の設置

堤内外水路における落差解消に有効な手段として魚道がある。農業水路や水田魚道は農林水産省等で研究事例が多い。



図-14 造成した産卵場に至る魚道

## 4. おわりに

### 4-1 スコアリング手法について

現段階の評価手法では、植生スコアと河床スコアは既存文献等をもとに、5、3、1という評価値を設定している。スコアリングによる判定結果と生物調査結果による妥当性の検証と見直しが必要である。

植生スコアと河床スコアの重み付けについては、同様に既存文献等から判断し植生スコアを70%、河床スコアを30%と設定した。今後、スコアリング手法については以下の検証を実施していくことが望まれる。

- (1) 遡上環境の評価は、植生と河床の状況を水路の延長比で割り戻しスコア化している。一方で、ある魚類にとって良好な環境の存在が、水路内の一部に限定されている場合でも、水路全体の遡上環境として評価できるとの研究もある<sup>4)</sup>。遡上環境を水路の延長比で評価することについて、その妥当性を検証する必要がある。
- (2) 遡上環境スコアについては植生スコア70%、河床スコア30%としている。一方で、農業水路の環境要因と魚類群集の関係がKatano et al. (2003) によって明らかにされている<sup>5)</sup>。これによると、種数、個体数、バイオマス、種多様度、大型魚率のそれぞれにより影響を及ぼす要因が異なることが示されている。植生スコアと河床スコアの重み付けについて、魚類の生息状況として、どのような要素を重要視するのか検証することが必要と考えられる。

### 4-2 エコロジカルネットワークの形成にあたって

エコロジカルネットワークの形成にあたっては、堤内外に様々な関係主体が存在する。流域全体でエコロジカルネットワークを形成していくには、堤内地における対策が必要不可欠である。水田、農業水路等の環境は、水田農家の営農形態や農業水路の整備、圃場整備に大きく影響を受けることから、行政の農林水産部局、環境部局による整備等と連携・協働し、流域全体のエコロジカルネットワーク形成方策を検討していくことが望まれる。

<参考文献>

- 1) 片野修, ナマズはどこで卵を産むのかー川魚たちの自然史ー, 1998, 創樹社
- 2) 水谷正一, 水田生態工学入門, 2007, 農文協
- 3) 河口洋一, 水辺の植物が河川性魚類の生態に及ぼす影響, 海洋と生物 149 (vol.25.no.6,pp 452 - 459), 2003
- 4) 西田, 農業水路における魚類の生息とそれを規定する環境条件についてー多摩川中流域の農業水路を事例として, 応用生態工学会, 2009
- 5) Katano et al, Species diversity and abundance of freshwater fishes in irrigation ditches around rice fields. *Env. Bio. Fish.* 66, 107 - 121, 2003
- 6) 細谷, 片野, 井口, 水田周辺の農業水路が魚類群集に与える影響の評価, 独立行政法人水産総合研究センター 中央水産研究所 平成11年度研究成果情報
- 7) ARRC NEWS No.6, 2003.6
- 8) 真田, 藤田, 水系の連続性を考慮した魚類生息空間評価に関する調査, 水工学論文集, 第16巻, 2002年2月